

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-214854
(P2002-214854A)

(43)公開日 平成14年7月31日(2002.7.31)

(51)Int.Cl.
G 0 3 G 15/00
15/16

識別記号
3 0 3

F I
G 0 3 G 15/00
15/16

マークコード(参考)
3 0 3 2 H 0 2 7
2 H 0 3 2

(21)出願番号 特願2001-11936(P2001-11936)

(22)出願日 平成13年1月19日(2001.1.19)

(71)出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72)発明者 ▲濱▼ 高志
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ
ーエプソン株式会社内
中里 博
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ
ーエプソン株式会社内

(74)代理人 100105935

弁理士 振角 正一 (外1名)

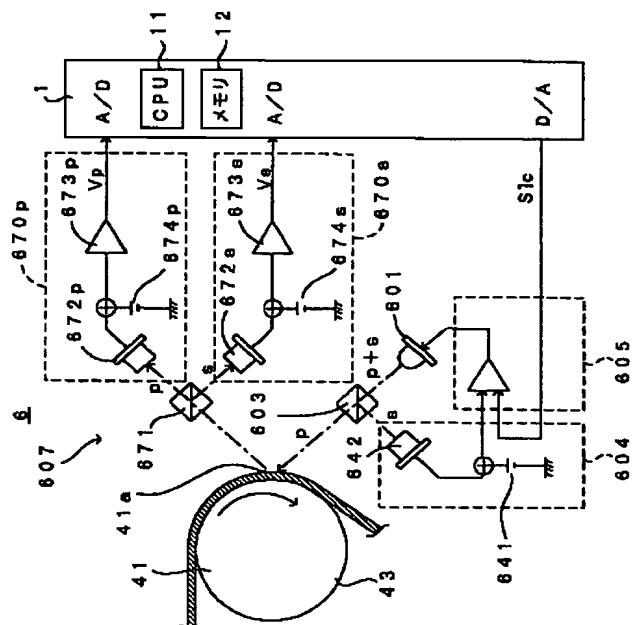
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 画像形成装置

(57)【要約】

【課題】 複数のローラにベルト状像担持体が掛け渡された構造において、ベルト状像担持体に付着するトナー量を高精度に測定することができる画像形成装置を提供する。

【解決手段】 発光素子601からローラ43に巻き掛けられた中間転写ベルト表面領域、つまり巻き掛け領域41aに対して光が照射されるとともに、この巻き掛け領域41aで反射された光が受光ユニット670p, 670sで受光される。そして、センサ6から出力される信号に基づきトナー量の測定が行われる。この巻き掛け領域41aではベルト移動方向に対してほぼ直交する方向における中間転写ベルト41のばたつきはなく、センサ6と中間転写ベルト41との距離(センシング距離)の変動が抑制される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数のローラに掛け渡されたベルト状像担持体に発光素子から光を照射するとともに、前記ベルト状像担持体から反射された光を受光素子で受光し、その受光量に応じた信号を出力するセンサと、前記センサからの出力に基づき前記ベルト状像担持体に付着するトナー量を求める制御手段とを備えた画像形成装置において、

前記発光素子は、前記ベルト状像担持体を挟むように前記複数のローラのうちの一のローラに対向して配置され、前記ベルト状像担持体の表面領域のうち当該センサ対向ローラに巻き掛けられた巻き掛け領域に光を照射することを特徴とする画像形成装置。

【請求項 2】 前記センサ対向ローラは所定位置に固定配置され、当該所定位置で回転自在となっている請求項 1 記載の画像形成装置。

【請求項 3】 前記センサ対向ローラが 2 回以上回転することで前記ベルト状像担持体を 1 周させるように構成されており、

前記制御手段は、前記ベルト状像担持体を少なくとも 1 周させながら、前記受光素子からの出力をサンプリングし、これら複数のサンプリング出力に基づき前記駆動ローラの偏心成分を求めて記憶しておく、前記ベルト状像担持体上のトナー像の画像濃度を求める際には前記ベルト状像担持体で反射された光を受光する前記受光素子からの出力を、前記偏心成分によって補正し、その補正值に基づき前記トナー像の画像濃度を求める請求項 1 または 2 記載の画像形成装置。

【請求項 4】 前記ベルト状像担持体の周長は前記センサ対向ローラの周長の整数倍となっている請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の画像形成装置。

【請求項 5】 前記ベルト状像担持体の周長は前記センサ対向ローラの周長の非整数倍となっており、前記制御手段は、前記複数のサンプリング出力から前記偏心成分を減算して前記ベルト状像担持体の周期プロファイルを求めて記憶しておく、前記ベルト状像担持体上のトナー像の画像濃度を求める際には前記ベルト状像担持体で反射された光を受光する前記受光素子からの出力を、前記偏心成分および前記周期プロファイルによって補正し、その補正值に基づき前記トナー像の画像濃度を求める請求項 3 記載の画像形成装置。

【請求項 6】 前記センサは、水平対向位置、あるいは水平対向位置よりも上方で、かつ前記センサ対向ローラに対向する位置に配置されている請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、複数のローラに掛け渡されたベルト状像担持体に付着するトナー量を検出する画像形成装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 プリンタ、複写機およびファクシミリ装置などの電子写真方式の画像形成装置では、ベルト状像担持体上にトナー像を形成するものがある。例えば、特開平 11-258872 号公報に記載された装置では、2 つのローラに掛け渡された転写ベルト（ベルト状像担持体）に沿って 4 つのプロセスユニットが配置されている。各プロセスユニットは感光体上に潜像を形成し、該潜像をトナーで現像してトナー像を形成する。これらのプロセスユニットで形成されるトナー像は互いに異なるトナー色（イエロー、シアン、マゼンタ、ブラック）を有しており、各トナー像は相互に重なり合うように転写ベルトに転写される。こうして、カラー画像が転写ベルトに形成される。

【0003】 また、この装置では、トナー像の画像濃度を調整するために、転写ベルト上に所定パターンのトナー像（パッチ画像）を形成し、その濃度を濃度センサで測定している。この濃度センサは、転写ベルトに光を照射する発光素子と、転写ベルトから反射された光を受光する受光素子とを備えており、受光素子からの出力に基づき転写ベルトに付着するトナー量を求ることでトナー像の画像濃度を測定している。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、従来においては濃度センサの配設位置に関して特段の注意が払われておらず、その結果、センサ出力に種々のノイズ成分が含まれ、像担持体に付着するトナー量の測定精度の低下を招いている。例えば、上記従来装置では、ローラから比較的離れた位置に濃度センサが配設されているため、次のような問題があった。

【0005】 上記のようにローラから離れた位置では、転写ベルトはベルト移動方向に対してほぼ直交する方向にばたついており、センサから転写ベルト（ベルト状像担持体）までの距離（以下「センシング距離」という）がランダム、あるいは不安定に変動し、その距離変動によってセンサ出力が不安定になる。その結果、正確な測定が困難となっている。

【0006】 また、転写ベルトは複数のローラに掛け渡されており、一部のローラが少なからず偏心を有している。このため、偏心を有するローラの回転によりさらに転写ベルトがばたつくため、センサ出力が不安定になって正確な測定が困難になっている。

【0007】 さらに、転写ベルトの厚みについても、転写ベルト全周に亘って均一というわけではなく、厚みムラが存在することがあり、これがセンシング距離の変動要因の一つとなっている。

【0008】 この発明は上記課題に鑑みなされたものであり、複数のローラにベルト状像担持体が掛け渡された構造において、ベルト状像担持体に付着するトナー量を高精度に測定することができる画像形成装置を提供する

ことを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】この発明は、複数のローラに掛け渡されたベルト状像担持体に発光素子から光を照射するとともに、前記ベルト状像担持体から反射された光を受光素子で受光し、その受光量に応じた信号を出力するセンサと、前記センサからの出力に基づき前記ベルト状像担持体に付着するトナー量を求める制御手段とを備えた画像形成装置であって、上記目的を達成するため、前記ベルト状像担持体を挟むように前記複数のローラのうちの一のローラに対向して前記発光素子を配置し、前記ベルト状像担持体の表面領域のうち当該センサ対向ローラに巻き掛けられた巻き掛け領域に光を照射している。

【0010】このように構成された発明では、巻き掛け領域に光が照射されるとともに、この巻き掛け領域で反射された光が受光素子で受光されてトナー量の測定が行われる。このように巻き掛け領域で測定を行う場合、ベルト移動方向に対してほぼ直交する方向におけるベルト状像担持体の不安定なばたつきが抑止され、故にセンサとベルト状像担持体との距離（センシング距離）の変動が効果的に抑制される。

【0011】ここで、センサ対向ローラとしては、所定位置に固定配置され、当該所定位置で回転自在となっているローラを選択するのが望ましい。というのも、所定位置で回転自在に固定配置されたローラに対向してセンサを配置した場合、該ローラとセンサとの距離は一定くなっているからである。

【0012】また、センサ対向ローラが2回以上回転することでベルト状像担持体を1周させるように構成してもよく、この場合、ベルト状像担持体を1周させながら、受光素子からの出力をサンプリングし、これら複数のサンプリング出力に基づきセンサ対向ローラの偏心成分を求めることができる。この偏心成分はセンシング距離の変動成分となるため、この偏心成分を正確に求めておくことは変動による誤測定を解消する上で非常に有用な情報となる。そして、ベルト状像担持体にトナー像を形成した際に、受光素子からの出力を偏心成分によって補正し、その補正值に基づきトナー像の画像濃度を求めるようすれば、センシング距離の変動にかかわらずトナー像の画像濃度を正確に測定することができる。

【0013】また、複数のサンプリング出力から前記偏心成分を減算すると、前記ベルト状像担持体の周期プロファイルを求めることができる。この周期プロファイルはベルト厚みムラを反映したものとなるため、前記ベルト状像担持体上のトナー像の画像濃度を求める際には前記ベルト状像担持体で反射された光を受光する前記受光素子からの出力を周期プロファイルによって補正し、その補正值に基づき前記トナー像の画像濃度を求めるようすれば、トナー量の測定精度をさらに高めることができ

きる。

【0014】さらに、ベルト状像担持体上のトナー量を測定する場合、ベルト状像担持体からトナーが浮遊落下してセンサに付着するおそれがあるが、センサをセンサ対向ローラと水平対向位置、あるいは水平対向位置よりも上方で、かつ前記センサ対向ローラに対向する位置に配置すると、センサのセンシング面が垂直あるいは下向きとなり、トナーによるセンシング面の汚れが防止され、測定精度の向上を図ることができる。

【0015】

【発明の実施の形態】A. 第1実施形態

図1は、この発明にかかる画像形成装置の第1実施形態を示す図である。この画像形成装置は、イエロー(Y)、シアン(C)、マゼンタ(M)、ブラック(K)の4色のトナーを重ね合わせてフルカラー画像を形成する装置であり、ホストコンピュータなどの外部装置から画像信号が制御ユニット(図2中の符号1)に与えられると、この制御ユニットによってエンジン部Eの各部が制御されて転写紙、複写紙やOHPシートなどのシートSに画像信号に対応する画像が形成される。

【0016】このエンジン部Eでは、プロセスユニット2の感光体21にトナー像を形成可能となっている。すなわち、プロセスユニット2は、図1の矢印方向に回転可能な感光体21を備えており、さらに感光体21の周りにその回転方向に沿って、帯電手段としての帯電ローラ22、現像手段としての現像器23Y, 23C, 23M, 23K、および感光体用クリーナブレード24がそれぞれ配置されている。

【0017】この装置では、帯電ローラ22が感光体21の外周面に当接して外周面を均一に帯電させた後、感光体21の外周面に向けて露光ユニット3からレーザ光しが照射される。この露光ユニット3は、同図に示すように、画像信号に応じて変調駆動される半導体レーザなどの発光素子31を備えており、この発光素子31からのレーザ光しが高速モータ32によって回転駆動される多面鏡33に入射されている。そして、多面鏡33によって反射されたレーザ光しがレンズ34およびミラー35を介して感光体21上に主走査方向(同図の紙面に対して垂直な方向)に走査して画像信号に対応する静電潜像を形成する。なお、符号36は主走査方向における同期信号を得るために水平同期用読取センサである。

【0018】こうして形成された静電潜像は現像部23によってトナー現像される。すなわち、この実施形態では現像部23として、イエロー用の現像器23Y、シアン用の現像器23C、マゼンタ用の現像器23M、およびブラック用の現像器23Kがこの順序で感光体21に沿って配置されている。これらの現像器23Y, 23C, 23M, 23Kは、それぞれ感光体21に対して接離自在に構成されており、制御ユニット1からの指令に応じて、上記4つの現像器23Y, 23M, 23C, 2

3Kのうちの一の現像器が選択的に感光体21に当接するとともに、高電圧が印加されて選択された色のトナーを感光体21の表面に付与して感光体21上の静電潜像を顕在化する。

【0019】現像部23で現像されたトナー像は、ブラック用現像器23Kと感光体用クリーナブレード24との間に位置する一次転写領域で転写ユニット4の中間転写ベルト41（ベルト状像担持体）上に一次転写される。また、一次転写領域から周方向（図1の矢印方向）に進んだ位置には、感光体用クリーナブレード24が配置されており、一次転写後に感光体21の外周面に残留付着しているトナーを搔き落とす。

【0020】この転写ユニット4は7個のローラ42～48を有しており、二次転写ローラ48を除く6個のローラ42～47に無端状の中間転写ベルト41が掛け渡されている。そして、カラー画像をシートSに転写する場合には、感光体21上に形成される各色のトナー像を中間転写ベルト41上に重ね合わせてカラー像を形成するとともに、カセットや手差しトレイから取り出されたシートSが上ガイド部材5Uおよび下ガイド部材5Dの間を通過して二次転写領域に搬送し、当該シートSにカラー像を二次転写することでカラー画像を得ている（カラー印字処理）。また、モノクロ画像をシートSに転写する場合には、感光体21上のブラックトナー像のみを中間転写ベルト41上に形成し、カラー画像の場合と同様にして二次転写領域に搬送されてきたシートSに転写してモノクロ画像を得る（モノクロ印字処理）。

【0021】また、ローラ46に対向してベルトクリーナ49が設けられている。このベルトクリーナ49は、二次転写後に中間転写ベルト41に残存する残留トナーをクリーニング除去するものであり、次のように構成されている。すなわち、このベルトクリーナ49では、クリーナケース491にクリーナブレード492が取り付けられ、クリーナカバー493内で中間転写ベルト41に対して離接可能に構成されるとともに、ベルトクリーナ用駆動部（図示省略）によって離接駆動される。なお、図1中の符号494はクリーナすくいシートである。

【0022】また、ローラ43の下方位置には、中間転写ベルト41の基準位置を検出するためのセンサ40が配置されており、主走査方向とほぼ直交する副走査方向における同期信号、つまり垂直同期信号を得るために垂直同期用読み取センサとして機能する。また、ローラ43に掛け渡された中間転写ベルト41上に付着しているトナー量を検出するセンサ6が中間転写ベルト41を挟んでローラ43に対向配置されている。このように、この実施形態ではローラ43が本発明の「センサ対向ローラ」となっている。

【0023】図2は中間転写ベルト上のトナー量を検出するセンサの構成を示す図である。このセンサ6は、中

間転写ベルト41の表面領域のうちローラ43に巻き掛けられた巻き掛け領域41aに光を照射するLEDなどの発光素子601を有している。また、このセンサ6には、照射光の照射光量を調整するために、偏光ビームスプリッター603、照射光量モニタ用受光ユニット604および照射光量調整ユニット605が設けられている。

【0024】この偏光ビームスプリッター603は、同図に示すように、発光素子601と中間転写ベルト41との間に配置されており、中間転写ベルト41上における照射光の入射面に平行な偏光方向を有するp偏光と、垂直な偏光方向を有するs偏光とに分割している。そして、p偏光についてはそのまま中間転写ベルト41に入射する一方、s偏光については偏光ビームスプリッター603から取り出された後、照射光量モニタ用の受光ユニット604に入射され、この受光ユニット604から照射光量に比例した信号が照射光量調整ユニット605に出力される。

【0025】この照射光量調整ユニット605は、受光ユニット604からの信号と、CPU11およびメモリ12を備えて装置全体を制御する制御ユニット1からの光量制御信号S1cに基づき発光素子601をフィードバック制御して発光素子601から中間転写ベルト41に照射される照射光量を光量制御信号S1cに対応する値に調整する。このように、この実施形態では、照射光量を広範囲に、かつ適切に変更調整することができる。

【0026】また、この実施形態では、照射光量モニタ用受光ユニット604に設けられた受光素子642の出力側に入力オフセット電圧641が印加されており、光量制御信号S1cがある信号レベルを超えない限り、発光素子601が消灯状態に維持されるように構成されている。その具体的な電気的構成は図3に示す通りである。図3は図1の装置において採用された受光ユニット604の電気的構成を示す図である。この受光ユニット604では、フォトダイオードなどの受光素子PSのアノード端子は電流-電圧(I/V)変換回路を構成するオペアンプOPの非反転入力端子に接続されるとともに、オフセット電圧641を介して接地電位に接続されている。また、受光素子PSのカソード端子は、オペアンプOPの反転入力端子に接続されるとともに、抵抗Rを介してオペアンプOPの出力端子に接続されている。このため、受光素子PSに光が入射されて光電流iが流れるとき、オペアンプOPの出力端子からの出力電圧V0は、 $V0 = i \cdot R + V_{off}$

（ただし、 V_{off} はオフセット電圧値である）となり、反射光量に対応した信号が受光ユニット604から出力される。このように構成した理由について以下説明する。

【0027】入力オフセット電圧641を印加しない場合には、図4の破線で示すような光量特性を示す。つま

り、光量制御信号 $S_{1c}(0)$ を制御ユニット 1 から照射光量調整ユニット 605 に与えると、発光素子 601 は消灯状態となり、光量制御信号 S_{1c} の信号レベルを高めると、発光素子 601 は点灯し、中間転写ベルト 41 上への照射光量も信号レベルにほぼ比例して増大する。しかしながら、光量特性は周辺温度の影響や照射光量調整ユニット 605 の構成などによって図 4 に示す一点鎖線や二点鎖線のように平行シフトすることがあり、仮に同図の一点鎖線のようにシフトしてしまうと、制御ユニット 1 から消灯指令、つまり光量制御信号 $S_{1c}(0)$ を与えているにもかかわらず、発光素子 601 が点灯していることがある。

【0028】これに対し、本実施形態の如く、入力オフセット電圧 641 を印加して予め同図の右手側にシフトさせて不感帯（信号レベル $S_{1c}(0) \sim S_{1c}(1)$ ）を設けている場合（同図の実線）には、制御ユニット 1 から消灯指令、つまり光量制御信号 $S_{1c}(0)$ を与えることで確実に発光素子 601 を消灯することができ、装置の誤作動を未然に防止することができる。

【0029】一方、信号レベル $S_{1c}(1)$ を超える光量制御信号 S_{1c} が制御ユニット 1 から照射光量調整ユニット 605 に与えられると、発光素子 601 は点灯し、中間転写ベルト 41 に p 偏光が照射光として照射される。すると、この p 偏光は中間転写ベルト 41 で反射され、反射光量検出ユニット 607 で反射光の光成分のうち p 偏光の光量と s 偏光の光量とが検出され、各光量に対応する信号が制御ユニット 1 に出力される。

【0030】この反射光量検出ユニット 607 は、図 2 に示すように、反射光の光路上に配置された偏光ビームスプリッター 671 と、偏光ビームスプリッター 671 を通過する p 偏光を受光し、その p 偏光の光量に対応する信号を出力する受光ユニット 670p と、偏光ビームスプリッター 671 で分割された s 偏光を受光し、その s 偏光の光量に対応する信号を出力する受光ユニット 670s とを備えている。この受光ユニット 670p では、受光素子 672p が偏光ビームスプリッター 671 からの p 偏光を受光し、その受光素子 672p からの出力をアンプ回路 673p で増幅した後、その増幅信号を p 偏光の光量に相当する信号として受光ユニット 670p から出力している。また、受光ユニット 670s は受光ユニット 670p と同様に受光素子 672s およびアンプ回路 673s を有している。このため、反射光の光成分のうち互いに異なる 2 つの成分光（p 偏光と s 偏光）の光量を独立して求めることができる。

【0031】また、この実施形態では、受光素子 672p, 672s の出力側に出力オフセット電圧 674p, 674s がそれぞれ印加されており、アンプ回路 673p, 673s から制御ユニット 1 に与えられる信号の出力電圧 V_p, V_s は図 5 に示すようにプラス側にオフセットされている。各受光ユニット 670p, 670s の具体的

な電気的構成については、受光ユニット 604 と同一であるため、ここでは図示説明を省略する。このように構成された受光ユニット 670p, 670s においても、受光ユニット 604 と同様に、反射光量がゼロであるときであっても、各出力電圧 V_p, V_s はゼロ以上の値を有し、しかも反射光量の増大に比例して出力電圧 V_p, V_s も増大する。このように出力オフセット電圧 674p, 674s を印加することで図 4 の不感帯の影響を確実に排除することができ、反射光量に応じた出力電圧を出力することができる。

【0032】これら出力電圧 V_p, V_s の信号は制御ユニット 1 に入力され、A/D 変換された後、中間転写ベルト 41 上に付着するトナー量が制御ユニット 1 によって求められる。この実施形態では、実際のトナー量の測定に先立って予め次のようにしてローラ 43 の偏心成分と中間転写ベルト 41 の周期プロファイルとが求められ、メモリ 12 に記憶されている。ここでは、トナー量の測定フローに先立って、偏心成分と周期プロファイルとの導出手順について説明する。

【0033】この第 1 実施形態にかかる画像形成装置では、本発明の「ベルト状像担持体」に相当する中間転写ベルト 41 の周長はセンサ対向ローラ 43 の周長の非整数倍となっており、センサ対向ローラ 43 が約 5.2 周するごとに中間転写ベルト 41 が 1 周するよう構成されている。そして、中間転写ベルト 41 が 1 周するのに 3120ms を要し、中間転写ベルト 41 からの反射光量を 10ms 間隔でサンプリングし、各サンプリング位置 x での出力電圧 V_p から消灯時の出力電圧 V_{p0} を差し引き、この光量信号 $SigP$ ($= V_p - V_{p0}$) を求めるとともに、各サンプリング位置 x での出力電圧 V_s から消灯時の出力電圧 V_{s0} を差し引き、この光量信号 $SigS$ ($= V_s - V_{s0}$) を求めた後、これらの光量信号比 ($= SigP / SigS$) を各サンプリング位置 x でのサンプリングデータ $D(x)$ としてメモリ 12 に記憶する。この実施形態では、中間転写ベルト 41 が 1 周する間に 312 個のサンプリングデータ $D(x)$ が得られるのであるが、この実施形態では少ないメモリ容量で、しかも効率的な演算処理を実行するためにサンプリング数を 256 個に設定している。すなわち、サンプリングデータ $D(0), D(1), \dots, D(255)$ をメモリ 12 に記憶している。

【0034】ここで、「消灯時の出力電圧 V_{p0}, V_{s0} 」とは、消灯指令に相当する光量制御信号 $S_{1c}(0)$ を照射光量調整ユニット 605 に出力して発光素子 601 を消灯し、この消灯状態での p および s 偏光の光量を示す出力電圧 V_{p0}, V_{s0} を暗出力電圧として記憶したものである。そして、上記のように出力電圧 V_p, V_s から出力電圧 V_{p0}, V_{s0} をそれぞれ差し引くことで暗出力電圧 V_p, V_s の悪影響を排除し、より高精度な測定が可能となる。

【0035】なお、この実施形態では、後述するように

トナー量の指標として光量信号比 ($= \text{Sig P} / \text{Sig S}$) を用いていることから、光量信号比をサンプリングデータとして用いているが、トナー量の指標として他のデータ、例えば出力電圧 V_p , V_s 、光量信号 Sig P , Sig S 、光量信号和 ($= \text{Sig P} + \text{Sig S}$) や光量信号差 ($= \text{Sig P} - \text{Sig S}$)などを用いる場合には、その指標に対応するデータをサンプリングデータとして用いればよい。さらに、両出力電圧を回路的に演算したうえで制御ユニット1に入力されるように構成し、その入力信号をサンプリングデータとしてメモリ12に記憶するよとしてもよい。

【0036】また、ローラ43が5.2周するごとに中間転写ベルト41が1周するため、上記サンプリングデータ $D(x)$ から連続する 60 ($= 312 \div 5.2$) 個のサンプリングデータを取り出すと、それら 60 個のサン

$$AV(30) = (D(0) + \dots + D(30)) / 60$$

$$AV(31) = (D(1) + \dots + D(31)) / 60$$

$$AV(32) = (D(2) + \dots + D(32)) / 60$$

...

$$AV(210) = (D(180) + \dots + D(210)) / 60$$

を求める。上式では、サンプリング位置「0」～「59」の 60 個のサンプリングデータの中心を 30 としているが、厳密に中心は「29」と「30」の間であり上式は、

$$AV(29) = (D(0) + \dots + D(30) + \dots + D(59)) / 60$$

(以下同様) と処理してもよい。

【0038】このようにして求められた平均値 $AV(x)$ はローラ43の偏心成分をキャンセルしたものであり、サンプリングデータ $D(x)$ から平均値 $AV(x)$ を減算することによって各サンプリング位置 x でのローラ43の偏

$$Eav(a) = \{D(30+a) - AV(30+a)\} + \{D(90+a) - AV(90+a)\} + \{D(120+a) - AV(120+a)\} / 3 \quad \dots \quad (1)$$

(ただし、 $a = 0, 1, \dots, 59$ である) に基づき求め。このように、この実施形態では、中間転写ベルト41が1周する間に3つの偏心成分を求め、それらの平均値を求めていたため、ローラ43の偏心成分を高精度に求めることができる。もちろん、中間転写ベルト41の1周に対するローラ43の回転数は「5.2」に限定されるものではなく、2回転以上であれば、上記と同様にしてローラ43の偏心成分を求めることができる。

【0040】こうして、式(1)にしたがって各位相でのローラ43の偏心成分 $Eav(a)$ が求まると、サンプリングデータ $D(x)$ から偏心成分を減算することにより、中間転写ベルト41の厚みムラを反映した周期プロファイル $F(x)$ が得られる(図7)。つまり、周期プロファイル $F(x)$ は、

$$F(0) = D(0) - Eav(30)$$

$$F(1) = D(1) - Eav(31)$$

...

$$F(29) = D(29) - Eav(59)$$

プリングデータ中にローラ43の1周分の成分が含まれていることとなる。ここで、ローラ43の偏心成分に着目すると、センサ対向ローラ43の1周分の平均値をとることにより、偏心成分を考慮する必要がなくなる。というのは、センサ対向ローラ43が1周する間には偏心によりセンシング距離が遠くなる場合と近くなる場合の両方が含まれ、平均値をとることにより各々の影響が打ち消しあって、結局、設計上のセンシング距離における平均値とほぼ等価と考えることができるからである。

【0037】そこで、例えば図6に示すサンプリングデータ $D(x)$ から連続する 60 個のサンプリングデータを 1 つの区間として 3 つの区間(1)～(3)を規定し、各区間を構成するサンプリング位置 x ($x = 30, 31, \dots, 210$)を中心としたローラ43の1周分の平均値 $AV(x)$ を求める。つまり、

$$E(x) = D(x) - AV(x)$$

によってローラ43の偏心成分 $E(x)$ を求めることができる。ただし、ここでは、中間転写ベルト41が1周する間のローラ43の3周分の偏心成分を求めている。

【0039】ここで、区間(1)～(3)はいずれもローラ43の1周に相当するので、同位相であれば偏心成分 $E(x)$ は同じ値を示すはずである。そこで、区間(1)～(3)の各同位相での偏心成分の平均値 $Eav(a)$ を次式、

$$Eav(a) = \{D(30+a) - AV(30+a)\} + \{D(90+a) - AV(90+a)\} + \{D(120+a) - AV(120+a)\} / 3 \quad \dots \quad (1)$$

$$F(30) = D(30) - Eav(0)$$

$$F(31) = D(31) - Eav(1)$$

...

となる。

【0041】このようにして得られた偏心成分 $Eav(a)$ および周期プロファイル $F(x)$ はメモリ12に記憶される。そして、実際のトナー量を測定する場合には、後で説明する手順で算出されるトナー量の指標たる光量信号比を算出した後、この光量信号比に対して偏心成分 $Eav(a)$ および周期プロファイル $F(x)$ による補正(距離変動補正)し、その補正結果に基づきトナー量を測定する。

【0042】図8は、図1の画像形成装置におけるトナー量測定動作を示すフローチャートである。この装置では、制御ユニット1は、トナー量測定に先立って、消灯指令に相当する光量制御信号 $S1c(0)$ を照射光量調整ユニット605に出力して発光素子601を消灯する(ステップS1)。特に、この実施形態では上述したように、入力オフセット電圧641を印加することで不感帶

(図4の信号レベルS1c(0)～S1c(1))が設定されているので、光量制御信号S1c(0)を与えた際に発光素子601が確実に消灯される。

【0043】そして、この消灯状態でのp偏光の受光量を示す出力電圧Vp0と、s偏光の受光量を示す出力電圧Vs0を検出し、制御ユニット1のメモリ12に記憶する(ステップS2)。すなわち、消灯状態でのセンサ出力、つまり暗出力電圧を検出して記憶している。

【0044】次に、光量制御信号S1cとして不感帯を超える信号レベルの信号S1c(2)を設定し、この光量制御信号S1c(2)を照射光量調整ユニット605に与えて発光素子601を点灯させる(ステップS3)。すると、発光素子601からの光が中間転写ベルト41に照射されるとともに、中間転写ベルト41で反射された光のp偏光およびs偏光の光量が反射光量検出ユニット607によって検出され、各受光光量に対応する出力電圧Vp、Vsが制御ユニット1に入力される。(ステップS4)。

【0045】そこで、制御ユニット1はp偏光に関して出力電圧Vpから暗出力電圧Vp0を差し引いてトナー量に対応するp偏光の光量を表す光量信号SigPを求めており(ステップS5)。また、s偏光についても、p偏光と同様に、出力電圧Vsから暗出力電圧Vs0を差し引いてトナー量に対応するs偏光の光量を表す光量信号SigSを求めており(ステップS5)。さらに、こうして補正された光量信号SigP、SigSの比を求める(ステップS5)。このように、この実施形態では、測定された出力電圧Vp、Vsから暗出力電圧Vp0、Vs0をそれぞれ取り除いているので、トナー量に対応する光量を精度良く求めることができ、例えば装置周辺温度などの周辺環境や装置構成部品の経時変化などによって暗出力が変動したとしても、その影響を受けることなく、トナー量の指標を求めることができる。

【0046】次のステップS6では、上記のようにして得られた光量信号比に対して偏心成分Eav(a)および周期プロファイルF(x)による補正(距離変動補正)を行う。この補正にかかる手順は以下のとおりである。

【0047】まず、本実施形態においては、センサ対向ローラ43が約5.2周するごとに、中間転写ベルト41が1周する。したがって、上記の偏心成分および周期プロファイルを求めた時と、その後トナー量を求めるべく検出を行なった時とでは、センサ対向ローラ43の位相が異なる。しかしながら、センサ対向ローラ43と中間転写ベルト41の周長比は設計上、既知である。そこで、偏心成分および周期プロファイルを求めた時点から、トナー量検出までの間に中間転写ベルト41が周回した数に基づき、偏心成分の位相をずらすことによって、トナー量検出の時点でのセンサ対向ローラ43の位相に一致させる。そして、周期プロファイルと偏心成分を合成し、光量信号比に対して補正を行う。

【0048】以上のような処理によって、ローラの偏心成分およびベルト厚みムラの影響を補正することができる。その後、その補正結果に基づきトナー量を測定する(ステップS7)。

【0049】以上のように、この実施形態によれば、ローラ43に巻き掛けられた中間転写ベルト表面領域、つまり巻き掛け領域41aに光が照射されるとともに、この巻き掛け領域41aで反射された光が受光素子672p、672sで受光され、センサ6から出力される信号に基づきトナー量の測定が行われる。この巻き掛け領域41aではベルト移動方向に対してほぼ直交する方向における中間転写ベルト41の不安定なばたつきはなく、センサ6と中間転写ベルト41との距離(センシング距離)の変動をローラの偏心などに起因する変動分のみに抑制することができ、測定精度の向上を図ることができる。

【0050】また、この実施形態では、ローラの偏心成分Eav(a)を求め、ローラ偏心に起因するセンサ6と中間転写ベルト41との距離(センシング距離)の変動を補正しているので、ローラ偏心の影響を抑えて測定精度のさらなる向上を図ることができる。また、中間転写ベルト41の厚みムラについては上記した周期プロファイルF(x)により求めることができ、この周期プロファイルF(x)によりトナー量の指標たる光量信号比を補正しているので、ベルト厚みムラの影響についても抑えることができ、高精度なトナー量の測定が可能となっている。

【0051】また、中間転写ベルト41上のトナー量を測定する場合、中間転写ベルト41からトナーが浮遊落下してセンサ6に付着するおそれがあるが、センサ6をセンサ対向ローラたるローラ43の水平対向位置に配置しているため、センシング面が垂直となり、浮遊落下するトナーがセンシング面に付着するのを効果的に防止することができ、測定精度の向上を図ることができる。この作用効果については、センサ6をローラ43の水平対向位置(図2)の上方で、かつローラ43に対向する位置に配置した場合にも同様、あるいはそれ以上となる。

【0052】また、この実施形態では、中間転写ベルト41からの反射光の光成分のうちp偏光の光量を表す光量信号SigP、およびs偏光の光量を表す光量信号SigSを独立して求め、それらの光量信号比(=SigP/SigS)に基づき中間転写ベルト41上に付着するトナー量を測定しているので、ノイズの影響や中間転写ベルト41への照射光量の変動の影響を受け難く、高精度なトナー量測定が可能となる。

【0053】さらに、暗出力を求める際には、発光素子601を確実に消灯する必要があるが、この実施形態によれば、上記したように入力オフセット電圧641を印加することで発光素子601を確実に消灯することができる。

【0054】なお、この第1実施形態では、ローラの偏心成分Eav(a)および周期プロファイルF(x)に基づきトナー量の指標たる光量信号比を補正しているが、両者で補正量に大きな差がある場合には、より補正量の大きい方のみに基づき光量信号比を補正するようにしてもよい。

【0055】また、本実施形態では中間転写ベルト41とセンサ対向ローラ43の周長が非整数倍のため、偏心成分および周期プロファイルを求めた時点と、トナー量検出の時点とにおけるセンサ対向ローラ43の中間転写ベルト41に対する位相のズレを補正しているが、中間転写ベルト41とセンサ対向ローラ43周長を整数にすることで位相ズレを排除するようにしてもよい。この場合、位相ズレを補正する計算が不要になるためより少ない処理ステップで同様の効果が得られる上、計算精度による検出誤差も未然に防ぐことが出来る。

【0056】B. 第2実施形態

また、中間転写ベルト41がセンサ対向ローラ43の周長の整数倍となっている画像形成装置では、図9に示す手順でトナー量を測定することによって上記第1実施形態と同様に、センサ6と中間転写ベルト41との距離

(センシング距離)の変動を抑え、しかもローラの偏心成分およびベルト厚みムラの影響を補正して中間転写ベルト41に付着するトナー量を高精度に測定することができる。

【0057】図9は、この発明にかかる画像形成装置の第2実施形態におけるトナー量測定動作を示すフローチャートである。ここでは、まずトナー像が形成されていない中間転写ベルト41が1周する間に、中間転写ベルト41からの反射光量に相当する出力電圧Vp, Vsを所定のサンプリング間隔(例えば10ms)でサンプリングし、上記のように出力電圧Vpから暗出力電圧Vp0を差し引いてトナー量に対応するp偏光の光量を表す光量信号SigPを求めるとともに、出力電圧Vsから暗出力電圧Vs0を差し引いてトナー量に対応するs偏光の光量を表す光量信号SigSを求めた後、こうして補正された光量信号SigP, SigSの比を求め、各サンプリング位置xでの光量信号比R(x)を下地データとしてメモリ12に記憶する(ステップS11)。このようにして求められた下地データR(x)には、上記において詳述したローラの偏心成分およびベルト厚みムラが含まれている。しかも、中間転写ベルト41とセンサ対向ローラ43の周長が整数倍となっているため、周数にかかわらず、両者の位相ズレは生じない。

【0058】そして、実際にトナー量を測定する際には、第1実施形態のステップS1～S5と同様の手順を実行することによって、トナー量の指標となる光量信号比(=SigP/SigS)をサンプリングデータD(x)として算出し、メモリ12に記憶する(ステップS12～S16)。

【0059】それに続いて、ステップS11で求めた下地データR(x)に基づきサンプリングデータD(x)を補正した(ステップS17)後、その補正された光量信号比に基づきトナー量を検出する(ステップS18)。

【0060】以上のように、この第2実施形態においては、サンプリングデータD(x)から下地データR(x)を差し引くことによってローラの偏心成分およびベルト厚みムラの影響を補正して中間転写ベルト41に付着するトナー量を高精度に測定することができる。したがって、第1実施形態と比較すると、少ない処理ステップで高精度なトナー測定が可能となる。

【0061】C. その他

なお、本発明は上記した実施形態に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない限りにおいて上述したもの以外に種々の変更を行うことが可能である。例えば、上記実施形態では、ローラ43に対向してセンサ6を配置しているが、中間転写ベルト41が掛け渡されている他のローラ42, 44～47に対向してセンサ6を配置するようにしてもよい。ただし、上記実施形態では複数のローラ42～47のうちローラ44がテンションローラとなっているため、予め装置本体に対して固定配置されて当該固定位置で回転自在となっている他のローラの一に対してセンサ6を設けるのが望ましい。なんとなれば、所定位置で回転自在に固定配置されたローラに対向してセンサ6を配置した場合、該ローラとセンサ6との距離は一定となっているからである。

【0062】これに対し、テンションローラ44は中間転写ベルト41に対して進退移動するよう構成されているため、予め固定配置されたセンサ6とテンションローラ44との距離が変動しやすく、テンションローラ44に掛け渡されたベルト領域とセンサ6との距離が変動してしまい、測定精度の低下要因となってしまうためである。これを防止するためには、例えばテンションローラ44とセンサ6とを機械的に連結しておき、テンションローラ44の変動に伴ってセンサ6も連動するように構成すればよい。

【0063】また、上記実施形態では、トナー量の指標値として光量信号比(=SigP/SigS)を用いているが、その他の指標値、例えば出力電圧Vp, Vs、光量信号SigP, SigS、光量信号和(=SigP+SigS)や光量信号差(=SigP-SigS)などを用いることができる。

【0064】また、上記したいずれの実施形態も、(1)ローラ43に対向してセンサ6を設けるという構成を備えることによってセンシング距離の変動を抑え、また(2)ローラの偏心成分に基づきサンプリングデータを補正するという構成、および(3)周期プロファイル(ベルト厚みムラ)に基づきサンプリングデータを補正するという構成を備え、これらの影響を排除することによって、トナー量の測定精度の向上を図っているが、各構成

(1)～(3)を単独あるいは適当に組み合わせてもよいことはいうまでもない。

【0065】また、上記実施形態では、図2に示すように、照射光と反射光とを含む入射面（図2の紙面）がセンサ対向ローラ43の回転軸とほぼ直交するように発光素子601および受光素子672p, 672sが配置されているが、これらの配置関係はこれに限定されるものではなく、例えば上記入射面がローラ回転軸とほぼ平行となるようにセンサ6を構成してもよい。また、入射面とローラ回転軸が平行でない場合、ローラの偏心などによりセンシング距離が変動するだけでなくローラ表面（反射面）の角度の変化による反射光量の変化を招くが、入射面とローラ回転軸を平行にすることにより、反射面の角度をより安定させることができる。また、同じ理由により、反射面の角度を安定させるために、入射面とローラ回転軸が同一平面にあるように構成してもよい。

【0066】また、上記実施形態では、中間転写ベルト41をベルト状像担持体とする画像形成装置に本発明を適用しているが、本発明の適用対象はこれに限定されるものではなく、感光体ベルトにトナー像を形成する画像形成装置などにも適用可能であり、複数のローラに掛け渡されたベルト状像担持体を備えた画像形成装置全般に本発明を適用することができる。

【0067】さらに、上記実施形態では、4色のトナーを用いたカラー画像を形成することができる画像形成装置であったが、本発明の適用対象はこれに限定されるものではなく、モノクロ画像のみを形成する画像形成装置にも当然に適用することができる。また、上記実施形態にかかる画像形成装置は、ホストコンピュータなどの外部装置より与えられた画像を複写紙、転写紙、用紙およびOHP用透明シートなどのシートSに形成するプリンタであるが、本発明は複写機やファクシミリ装置などの電子写真方式の画像形成装置全般に適用することができる。

【0068】

【発明の効果】以上のように、この発明によれば、センサ対向ローラに巻き掛けられたベルト状像担持体の表面領域、つまり巻き掛け領域に光が照射されるとともに、この巻き掛け領域で反射された光が受光素子で受光されてトナー量の測定が行われるように構成しているので、センサとベルト状像担持体との距離（センシング距離）の変動を抑制することができ、ベルト状像担持体に付着するトナー量を高精度に測定することができる。

【0069】また、ベルト状像担持体を1周させながら、受光素子からの出力をサンプリングし、これら複数のサンプリング出力に基づき駆動ローラの偏心成分を求めておき、この偏心成分によって実際のデータを補正し、その補正值に基づきトナー量を正確に求めることができる。

【0070】さらに、センサをセンサ対向ローラと水平対向位置、あるいは水平対向位置よりも上方で、かつ前記センサ対向ローラに対向する位置に配置しているので、センサのセンシング面が垂直あるいは下向きとなり、浮遊落下トナーによるセンシング面の汚れを防止することができ、測定精度の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明にかかる画像形成装置の第1実施形態を示す図である。

【図2】中間転写ベルト上のトナー量を検出するセンサの構成を示す図である。

【図3】図1の装置において採用された受光ユニットの電気的構成を示す図である。

【図4】図1のトナー量測定装置における光量制御特性を示す図である。

【図5】図1のトナー量測定装置における反射光量に対する出力電圧の変化の様子を示すグラフである。

【図6】センサから出力されるサンプリングデータの一例を示すグラフである。

【図7】図6のサンプリングデータから駆動ローラの偏心成分を取り除くことによって得られる中間転写ベルトの周期プロファイルを示すグラフである。

【図8】図1の画像形成装置におけるトナー量測定動作をフローチャートである。

【図9】この発明にかかる画像形成装置の第2実施形態におけるトナー量測定動作をフローチャートである。

【符号の説明】

1…制御ユニット（制御手段）

6…センサ

11…CPU（制御手段）

12…メモリ

41…中間転写ベルト（ベルト状像担持体）

41a…巻き掛け領域

42～47…ローラ

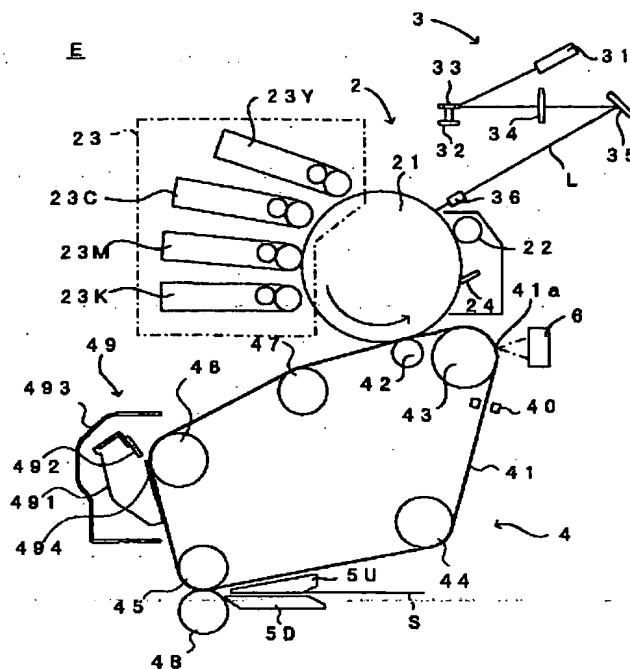
43…センサ対向ローラ

601…発光素子

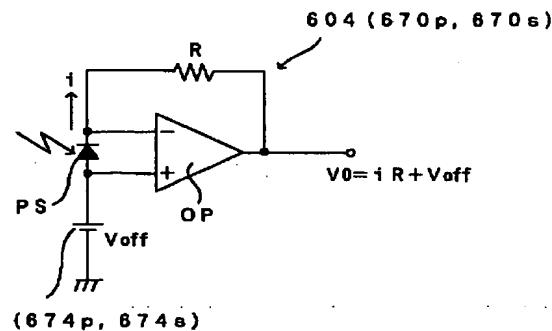
642, 672p, 672s, PS…受光素子

670p, 670s…受光ユニット

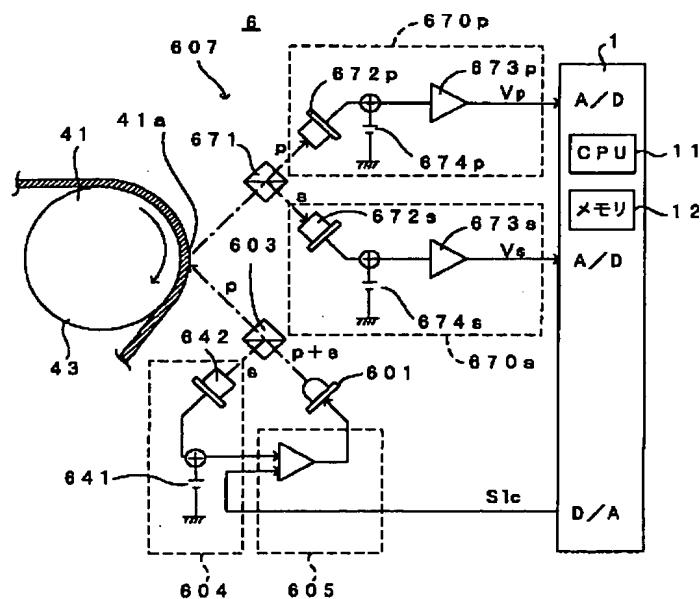
【図1】



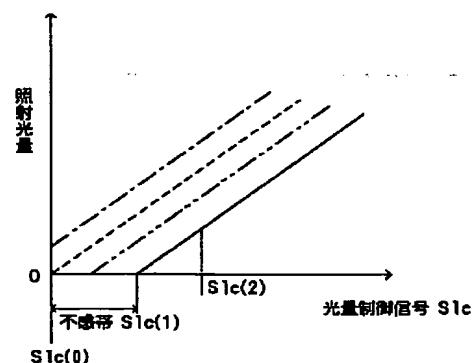
【図3】



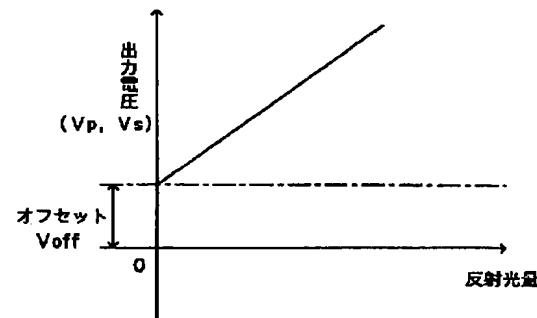
【図2】



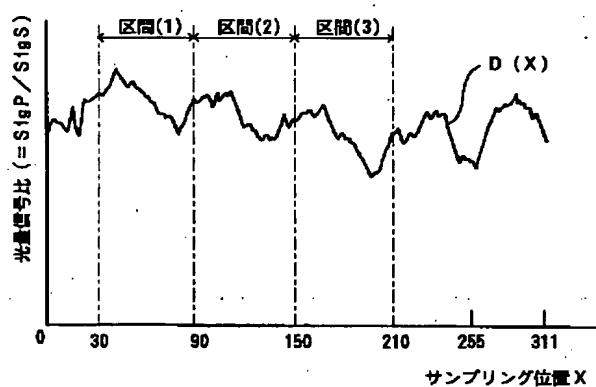
【図4】



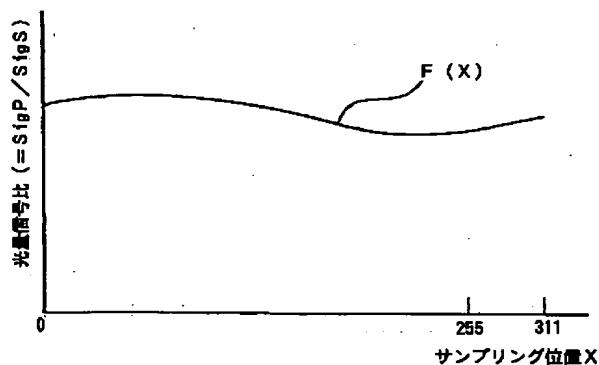
【図5】



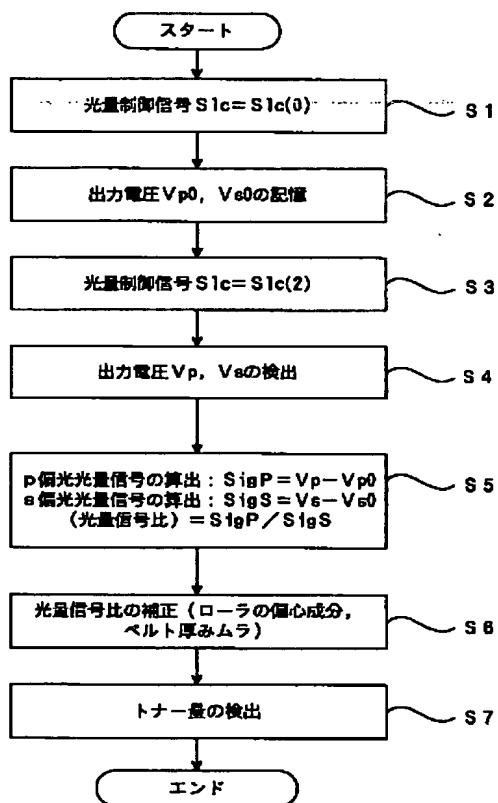
【図6】



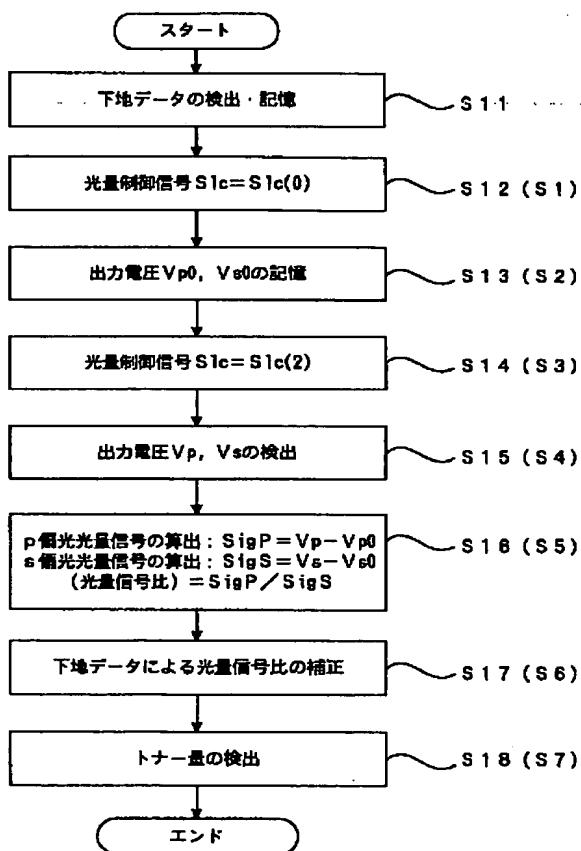
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

F ターム(参考) 2H027 DA09 DE02 DE07 DE10 EB06
EC03 EC06 EF15
2H032 AA05 AA15 BA09 BA19 BA23
CA15